

#2

Docket No.: 44084-494

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Koichi KAMON, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: May 16, 2001

Examiner:

For: **THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT DEVICE AND THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT METHOD**

09/855506
05/16/01

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

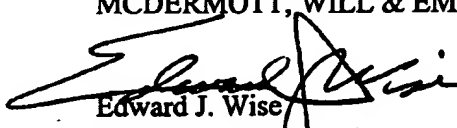
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2000-155768, filed May 26, 2000

cited in the Declaration of the present application. A Certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY


Edward J. Wise
Registration No. 34,523

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 EJW:prp
Date: May 16, 2001
Facsimile: (202) 756-8087

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

44084-494
K. KAMON, et al.
May 16, 2001
McDermott, Will & Emery
Jc821 U.S.
09/055506
05/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 5月26日

出願番号
Application Number:

特願2000-155768

出願人
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3022158

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03615

【提出日】 平成12年 5月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明の名称】 3次元入力方法および3次元入力装置

【請求項の数】 12

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 掃部 幸一

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 糊田 寿夫

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 内野 浩志

【特許出願人】

 【識別番号】 000006079

 【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086933

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 久保 幸雄

 【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元入力方法および3次元入力装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光を投射して対象物体からの反射光を受光することによって、対象物体上の複数の位置までの距離を測定する3次元入力方法であって、

対象物体にパルス光を投射し、対象物体からの反射光を複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサで受光し、

パルス光の投射に同期したタイミングで撮像エリアセンサの露光制御を行い、前記撮像エリアセンサの出力に基づいて光電変換素子毎に距離を測定する

ことを特徴とする3次元入力方法。

【請求項2】

露光量が光伝搬時間に依存するように露光制御したときの前記撮像エリアセンサの出力と、露光量が光伝搬時間に依存しないように露光制御したときの前記撮像エリアセンサの出力とに基づいて、光電変換素子毎に距離を測定する

請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項3】

パルス光投射期間と露光期間とが一致するように露光制御を行う

請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項4】

1回の投射に対して、異なるタイミングで複数回の露光を行うように露光制御する

請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項5】

パルス光投射期間内に複数回の露光を行うように露光制御する

請求項1記載の3次元入力方法。

【請求項6】

光を投射して対象物体からの反射光を受光することによって、対象物体上の複数の位置までの距離を測定する3次元入力装置であって、

対象物体にパルス光を投射する送光手段と、
対象物体からの反射光を受光する複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサと、
パルス光の投射に同期したタイミングで撮像エリアセンサの露光制御を行うコントローラと、
露光制御によって得られる露光量から、対象物体の距離または反射率による受光強度変化成分を除去する手段とを有する
ことを特徴とする 3 次元入力装置。

【請求項 7】

パルス光投射期間と露光期間とが一致するように露光制御を行う
請求項 6 記載の 3 次元入力装置。

【請求項 8】

1 回の投射に対して、異なるタイミングで複数回の露光を行うように露光制御する
請求項 6 記載の 3 次元入力装置。

【請求項 9】

パルス光投射期間内に複数回の露光を行うように露光制御する
請求項 6 記載の 3 次元入力装置。

【請求項 10】

前記送光手段から前記撮像エリアセンサにおける少なくとも 1 個の光電変換素子へパルス光を導く内部光路を有し、
前記内部光路を伝搬したパルス光の露光量に応じて測定値を補正する
請求項 6 記載の 3 次元入力装置。

【請求項 11】

投射領域における照度分布を切り換えるための光学手段を有し、
対象物体に対して第 1 の照度分布の光および第 2 の照度分布の光を順に投射し、
1 回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力と、2 回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力とに基づいて光電変換素子毎に距離を測定する動作モードが設けられた

請求項 6 記載の 3 次元入力装置。

【請求項 1 2】

光を投射して対象物体からの反射光を受光することによって、対象物体上の複数の位置までの距離を測定する 3 次元入力方法であって、

対象物体に対して第 1 の照度分布の光および第 2 の照度分布の光を順に投射し、各回の投射において対象物体で反射した光を複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサで受光し、

1 回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力と、2 回目の投射における前記撮像エリアセンサの出力とに基づいて、光電変換素子毎に距離を測定することを特徴とする 3 次元入力方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光を投射して反射光を受光することによって物体の位置情報を得る 3 次元入力方法および装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光のパルスの送信から物体で反射して戻ったパルスの受信までの飛行時間（T O F : time of flight）が距離に依存することを利用して 3 次元入力を行うことができる。

【0 0 0 3】

特表平 1 1 - 5 0 8 3 7 1 号公報には、受光デバイスとして撮像エリアセンサ（2 次元イメージセンサ）を用い、電気光学変調器によって撮像エリアセンサに入射する光を変調する装置構成が記載されている。投光に同期した受光変調を行うことにより、距離が撮像エリアセンサの露光量に反映する。変調したときの露光量と変調しないときの露光量との比を求めることによって、対象物体の反射率に係わらず物体までの距離情報を得ることができる。撮像エリアセンサを用いることにより、走査機構で光路を偏向する場合よりも高速に、多数点の測距（すなわち 3 次元入力）を行うことが可能である。

【 0 0 0 4 】

また、特開平 1 0 - 3 3 2 8 2 7 号公報には、一定周期でパルス光の投射を繰り返し、戻った反射パルス光の光量を一定化して撮像エリアセンサに入射させ、所定期間における露光量を測定する装置構成が記載されている。露光量は反射パルス光の個数（パルス数）に比例し、飛行時間が長い遠距離ほど少ない。反射パルス光の光量を一定化することにより、対象物体の反射率に依存しない 3 次元入力が可能となる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように光変調によって撮像エリアセンサの露光タイミングを制御する構成では、光変調デバイスを組み込む必要があるので、装置の小型化が困難であった。反射パルス光の光量を一定化する構成では、一定化のための光学手段の性能で測定可能な距離範囲および物体の反射率の許容範囲が制限され、かつ分解能が投射の周期で決まってしまうという問題があった。

【 0 0 0 6 】

また、従来のどちらの構成においても、飛行時間の長短を露光量に基づいて検出する方式であるので、短距離の場合に高精度の測距を行うのが難しいという問題もあった。

【 0 0 0 7 】

本発明は、小型で高分解能の 3 次元入力装置の実現を目的としている。他の目的は、所望精度の入力が可能な距離範囲の拡大を図ることである。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、撮像エリアセンサの露光タイミングを制御することによって、対象物体までの距離を各光電変換素子の露光量に反映させる。例えば、露光期間を対象物体を照射するための光源の発光期間と一致させる。撮像エリアセンサの代表例は、CCD センサおよび MOS 型センサである。その入出力特性は、リニア型でもノンリニア型（例えば対数型）でもよい。

【 0 0 0 9 】

また、本発明においては、配光分布の異なる第1および第2の光の投射を順に行い、対象物体までの距離を1回目の投射における露光量と2回目の投射における露光量との比率に反映させる。これにより三角測量法による距離の算出が可能となる。飛行時間法（TOF法）と三角測量法とを使い分ければ、より広い距離範囲にわたって高精度の3次元入力を行うことができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

〔装置の構成〕

図1は第1実施形態に係る3次元入力装置の構成を示す図である。（a）は全体構成を示し、（b）は撮像面の構成を示している。

【0011】

3次元入力装置1は、光源11、投光レンズ12、受光レンズ21、および撮像エリアセンサ22からなる光学系を有する。光源11は、発光回路32からの電力供給を受けてレーザ光を射出する。投光レンズ12を通ったレーザ光によって対象物体Qが照射される。対象物体Qからの反射光は受光レンズ21を経て撮像エリアセンサ22に入射する。撮像エリアセンサ22は装置外からの光を遮光した画素を有しており、この画素には光ファイバからなる内部光路15を通して光源11から外部を経ずに直接にレーザ光の一部が“基準光”として入射する。以下では、受光レンズ21を経て撮像エリアセンサ22に入射する光を“測定光”、この測定光が入射する画素を“測定画素”、基準光が入射する画素を“基準画素”という。

【0012】

撮像エリアセンサ22は、タイミングコントローラ33からのクロックに従って動作し、単位受光領域である個々の画素の露光量を示す画像信号SGを画像処理回路34へ出力する。画像処理回路34は所定の演算を行い、それにより得られた測距データDLを、記録のためのメモリ35およびモニタ表示のためのディスプレイ36へ送る。3次元入力装置1における投受光および信号処理に関わる制御はシステムコントローラ31が統括する。

【 0 0 1 3 】

〔測定方法〕

図 2 は測定原理の説明図である。

光源は一定周期で交互に ON / OFF を繰り返す発光制御信号に呼応して間欠発光をする。撮像エリアセンサの露光は、フレーム (n) においては発光タイミングと同期した間欠露光である。図示では発光タイミングと露光タイミングとが完全に一致しているが、同期がとれていればタイミングがずれていてもよいし、期間の長さ (パルス幅) が発光と露光とで多少異なってもよい。

【 0 0 1 4 】

時点 t_1 において発光した光の一部 (基準光) は、内部光路を伝搬して基準画素に入射する。基準光の入射は、時点 t_1 から発光遅れ時間 (オフセット時間) および内部光路を伝搬する時間とを合わせた時間 D_{ref} が経過した時点 t_2 から始まる。対象物体からの測定光の入射は、時点 t_1 から発光遅れ時間および外部光路を伝搬する時間とを合わせた時間 D_1 が経過した時点 t_3 から始まる。発光が停止する時点 t_4 で撮像エリアセンサの露光も停止するので、1 回の露光における測定画素の露光量は対象物体までの距離および対象物体の反射率に応じた値をとる。なお、距離に依存する露光量変化の要因には、入射が遅れることによる露光時間の差異の他に、光強度の減衰 (遠いほど強度が低下する) がある。対象物体の反射率が既知であれば、露光量に基づいて距離を求めることが可能である。1 回の発光の期間の長さによって測定可能距離が決まる。1 フレーム期間内に多数回の投受光を行って 1 フレーム期間内の露光量の総和 (蓄積電荷) に基づいて距離を求めることにより、誤差を低減することができる。

【 0 0 1 5 】

しかし、実際には対象物体の各部の反射率を前もって知ることは難しい。そこで、フレーム (n+1) においては、撮像エリアセンサの露光を連続露光とする。これによりフレーム (n+1) における露光量は主として対象物体の反射率に応じた量 (反射率データ) となる。したがって、撮像エリアセンサの各画素について次の演算を行うことにより、測定データから対象物の反射率成分を除いた測距データを得ることができる。測距データ = 測定データ ÷ 反射率データ = [フレ

ーム (n) の画像データ)] ÷ [フレーム (n + 1) の画像データ]

この演算は図 3 に示す構成の画像処理回路 3 4 により実現可能である。

【 0 0 1 6 】

撮像エリアセンサ 2 2 から送られてくる画像信号 S G は A D 変換器 4 0 1 にて量子化され、画像データ D G として出力される。

フレーム (n) において、画像データ D G (測定データ) はフレームメモリ 4 1 0 に一旦格納される。

【 0 0 1 7 】

フレーム (n + 1) において、画像データ D G (反射率データ) が A D 変換器 4 0 1 から出力されると、それに同期してフレームメモリ 4 1 0 からフレーム (n) の画像データ D G が出力され、除算器 4 2 0 にて上述の演算が行われる。

【 0 0 1 8 】

また、測定画素の測距データと基準画素の測距データとに基づいて次の補正演算を行うことにより、発光遅れ時間の影響を取り除き、各測定画素の対象物体までの距離をより正確に測定することができる。

補正後の測距データ = (測定画素の測距データ) - (基準画素の測距データ)

この演算機能を画像処理回路 3 4 に設けてもよいし、システムコントローラ 3 1 が演算を担ってもよい。

【 0 0 1 9 】

[撮像エリアセンサの具体例]

撮像エリアセンサ 2 2 としては、C C D センサおよび M O S 型センサのどちらを用いてもよい。

【 0 0 2 0 】

図 4 は C C D センサの動作説明図である。(a) は構造を模式的に示し、(b) は制御タイミングを示す。各時点 t_0 , t_1 , t_2 , t_3 , t_4 の状態は次のとおりである。

t_0 : フォトダイオード (P D) により光電変換された電荷の蓄積が始まる。

t_1 : ゲート S H 1 が O N とされ、蓄積電荷がゲート S H 1 へ移る。

t_2 : ゲート S H 1 が O F F となり、再び P D にて電荷の蓄積が始まる。

t 3 : ゲート O D が O N となり、t 2 ~ t 3 の期間に蓄積した電荷が P D から基板へ排出される。

t 4 : O D ゲートが O F F となり、再び電荷の蓄積が始まる。

以上の動作を繰り返すことにより、ゲート S H 1 には期間 T o n に光電変換された電荷が次々と蓄積されていく。

【 0 0 2 1 】

図 5 は C C D センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。

フレーム (n) では図 4 の動作を繰り返す間欠露光を行い、フレーム (n + 1) では連続露光を行う。フレーム (n) においてゲート S H 1 に貯えられた電荷はフレーム終了時にゲート S H 2 が O N となることにより、転送ゲート $\phi T 1$ に送られ、フレーム (n + 1) の露光動作と並行して画像処理回路 3 4 へ出力される。

【 0 0 2 2 】

図 6 は M O S 型センサの動作説明図である。(a) は構造の概略、(b) は電荷の移動、(c) は制御タイミングを示す。各時点 t 0 , t 1 , t 2 , t 3 , t 4 の状態は次のとおりである。

【 0 0 2 3 】

t 0 : P D の寄生容量 C 1 にて電荷の蓄積が始まる。

t 1 : ゲート S T が O N とされ、寄生容量 C 1 からそれより十分に容量の大きいコンデンサ C 2 へ電荷が移る。

【 0 0 2 4 】

t 2 : ゲート S T が O F F となり、再び寄生容量 C 1 への電荷蓄積が始まる。

t 3 : ゲート R S が O N となり、t 2 ~ t 3 の期間に蓄積した電荷が寄生容量 C 1 から電源ライン V c c へ排出される。

【 0 0 2 5 】

t 4 : ゲート R S が O F F となり、再び電荷の蓄積が始まる。

以上の動作を繰り返すことにより、コンデンサ C 2 には期間 T o n に光電変換された電荷が次々と蓄積されていく。なお、コンデンサ C 2 と比べて寄生容量 C 1 は小さいので、電荷の蓄積により寄生容量 C 1 の電位が大きく上昇する。これに

よりゲートSTがONのときに、寄生容量C1からコンデンサC2へ電荷が移動する。

【0026】

図7はMOS型センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。

図7において、図6(a)に示されるPD₁₁～PD₁₄におけるフレーム(n)はt₀～t₆に相当し、フレーム(n+1)はt₈～t₁₀に相当する。PD₂₁～PD₂₄におけるフレーム(n)はt₅～t₇に相当し、フレーム(n+1)はt₉～t₁₁に相当する。また、PD₃₁～PD₃₄におけるフレーム(n)はt₆～t₈に相当し、フレーム(n+1)はt₁₀～t₁₂に相当する。

【0027】

フレーム(n)では図6の動作を繰り返す間欠露光を行い、フレーム(n+1)では連続露光を行う。フレーム(n)でコンデンサC2に貯えられた電荷はフレーム終了時にゲートSL₁₁～SL₁₄がONとなることにより、PD₁₁～PD₁₄の電荷に相当する信号がラインメモリにより記憶される。ラインメモリに記憶されたPD₁₁～PD₁₄の信号はスイッチSV₁～SV₃が順次にONしていくことにより、画像処理回路34へ出力される。

【0028】

次に、PD₂₁～PD₂₄についても同様に信号が出力され、最後にPD₃₁～PD₃₄についても同様にラインメモリに信号が貯えられると、PD₁₁～PD₁₄についてのフレーム(n+1)に相当する連続露光が開始され、連続露光と並行してPD₃₁～PD₃₄の信号が出力される。

【0029】

〔環境光対策〕

環境光は対象物体までの距離に依存しないので、撮像エリアセンサ22への環境光の入射は誤測距の原因となる。環境光の対策として、光源の発光波長域の光を選択的に透過させる光学フィルタの使用がある。しかし、光学フィルタでは環境光を完全に取り除くことはできない。次に説明する実施例によれば、環境光による誤測距を防止することができる。

【0030】

図 8 は制御の第 1 変形例を示す信号波形図である。

フレーム (n) では間欠発光を行うとともに、発光と同じタイミングで間欠露光を行う。

【 0 0 3 1 】

フレーム (n + 1) では、発光を行わずに間欠露光を行うことにより、フレーム (n) における露光量のうちの環境光成分を検出する。

フレーム (n + 2) では、反射率データを得るために、間欠発光および連続露光を行う。

【 0 0 3 2 】

そして、フレーム (n + 3) では、発光を行わずに連続露光を行うことにより、フレーム (n + 1) における露光量のうちの環境光成分を検出する。

図 9 は画像処理回路の第 1 変形例を示すブロック図である。

【 0 0 3 3 】

画像処理回路 3 4 b においても、図 3 の場合と同様に、撮像エリアセンサ 2 2 から送られてくる画像信号 S G は A D 変換器 4 0 1 にて量子化され、画像データ D G として出力される。

【 0 0 3 4 】

フレーム (n) において、画像データ D G (測定データ) はフレームメモリ 4 1 1 に一旦格納される。

フレーム (n + 1) において、画像データ D G (間欠露光の環境光データ) が A D 変換器 4 0 1 から出力されると、フレームメモリ 4 1 1 からはフレーム (n + 1) の画像データ D G に同期してフレーム (n) の画像データ D G が出力される。減算器 4 3 0 での演算によって環境光成分を除去した測定データが得られる。減算器 4 3 0 の出力はフレームメモリ 4 1 2 に一旦格納される。また、フレームメモリ 4 1 1 では、読出しと並行してフレーム (n + 2) の画像データ D G (反射率データ) の書込みが行われる。

【 0 0 3 5 】

フレーム (n + 3) の画像データ D G (連続露光の環境光データ) が A D 変換器 4 0 1 から出力されると、フレームメモリ 4 1 1 から反射率データが読み出さ

れ、減算器 4 3 0 から環境光成分を除去した反射率データが出力される。そして、除算器 4 2 0 での演算によって、環境光成分を取り除いた測距データ DL が得られる。

【 0 0 3 6 】

〔測定可能の距離範囲の拡大〕

露光タイミングを制御して距離を露光量に反映させる測距方法では、基本的には発光期間（発光パルス幅）よりも飛行時間の長い遠距離の測定はできない。次に説明する実施例によれば、遠距離の測定が可能となる。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 は制御の第 2 変形例を示す図である。

フレーム（ n ）では、間欠発光を行い、発光と同じタイミングで間欠露光を行う。フレーム（ $n+1$ ）では間欠発光を行うとともに、フレーム（ n ）に対して露光時間分だけ遅れたタイミングの間欠露光を行う。フレーム（ $n+2$ ）では、間欠発光を行うとともに、フレーム（ $n+1$ ）に対して露光時間分だけ遅れたタイミングの間欠露光を行う。そして、フレーム（ $n+3$ ）では、反射率データを得るために、間欠発光および連続露光を行う。

【 0 0 3 8 】

例えば、図示のようにフレーム（ $n+1$ ）の露光期間（ $t_{12} \sim t_{14}$ ）内の時点 t_{13} から測定光の入射が始まる場合、対象物体までの距離を表す伝搬時間 D_{11} 、 D_{11}' に応じた測定データが、フレーム（ $n+1$ ）およびフレーム（ $n+2$ ）の双方にて得られる。これらの測定データはフレーム（ $n+3$ ）の反射率データとの除算により反射率成分の除かれた測距データとなる。フレーム（ $n+1$ ）にて得られた測距データとフレーム（ $n+2$ ）にて得られた測距データとの平均を算出して各画素の測距データとする。

【 0 0 3 9 】

このようにフレームどうしで互いにずれた露光タイミングを設定することで、1 回の発光から次の発光までの発光周期内に対象物体から戻った光を必ず受光することができるので、測定可能距離は飛行時間でみると発光期間から発光周期へと発光 OFF 期間分だけ長くなる。送信パルスの立上がりから受信パルスの立上

がりまでの時間（以下、立上がり時間差という） $D11$ と、送信パルスの立下がりから受信パルスの立下がりまでの時間（以下、立下がり時間差という） $D11'$ とを測定し、それらの平均を測距値とするので、高精度な測距が可能となる。

【0040】

図11は画像処理回路の第2変形例を示すブロック図である。

画像処理回路34cにおいて、撮像エリアセンサ22から出力された画像信号SGはAD変換器401により画像データDGに変換され、フレーム毎に順にフレームメモリ411、412、413に書き込まれる。フレーム $(n+3)$ の画像データDGがAD変換器401から出力されるとき、フレームメモリ411からはフレーム $(n+2)$ の画像データDGが、フレームメモリ412からはフレーム $(n+1)$ の画像データDGが、フレームメモリ413からはフレーム (n) の画像データDGがそれぞれ出力される。除算器421、422、423によって、各フレームメモリ411～413から出力された画像データDGとAD変換器401から出力されたフレーム $(n+3)$ の画像データDGとの画素単位の除算が行われ、フレーム $(n) \sim (n+2)$ のそれぞれについて測距データDLが算出される。これら3フレームの測距データDLに基づいて3次元データが算出される。ここでは、システムコントローラ31が演算を行うものとする。

【0041】

3次元データの算出に際しては、3フレームの測距データDLから、伝搬時間 $D11$ 、 $D11'$ を示す2フレームのデータを選択する。そのための場合分けについて次に説明する。

【0042】

図12は3次元データの算出に係るモード判別のフローチャート、図13は3種のモードと受光時期との関係を示す波形図である。なお、図12においてはフレームを「F」と記してある。

【0043】

システムコントローラ31は、フレーム $(n) \sim$ フレーム $(n+3)$ の撮影で得られたフレーム $(n) \sim$ フレーム $(n+2)$ の測距データDLをメモリ35から読み出す(#101)。そして、画素毎にフレーム $(n) \sim$ フレーム $(n+2)$

）における測距データ値の大小関係を判定し、その結果に応じてモード 1, 2, 3 のいずれかの演算動作を行う（# 1 0 2 ~ # 1 1 2）。

【0 0 4 4】

図 1 3 のように、基準画素についてはフレーム（n）の測距データが立上がり時間差 D_{ref} を表し、フレーム（n+1）の測距データが立下がり時間差 D_{ref}' を表している。内部光路の伝搬時間が発光パルス幅と比べて十分に短いからである。したがって、基準画素についての演算には常にフレーム（n），（n+1）の測距データを用いる。ただし、基準画素についても測定画素と同様にモード 1 ~ 3 の判定を行い、その結果に従って測距データを選択してもよい。

【0 0 4 5】

モード 1 の場合、フレーム（n）の測距データが立上がり時間差 D_{101} を表し、フレーム（n+1）の測距データが立下がり時間差 D_{101}' を表す。したがって、演算にはフレーム（n），（n+1）の測距データを用いる。各フレームにそれと同じフレームの基準画素のデータを適用して減算を行うことにより、 $D_{101} - D_{ref}$ を表す補正した測距データおよび $D_{101}' - D_{ref}'$ を表す補正した測距データが得られる。これらの補正した測距データの平均をモード 1 と判定された測定画素における測距データとする。

【0 0 4 6】

同様に、モード 2 の場合はフレーム（n+1），（n+2）の測距データを用いて、 $D_{102} - D_{ref}$, $D_{102}' - D_{ref}'$ を表す補正した測距データの算出および平均演算を行う。モード 3 の場合はフレーム（n），（n+2）の測距データを用いて、 $D_{103} - D_{ref}$, $D_{103}' - D_{ref}'$ を表す補正した測距データの算出および平均演算を行う。

【0 0 4 7】

以上のようにして遠距離測定を行う場合に、図 1 4 のように各フレームの露光期間を発光期間よりも短くし、複数のフレームが同時と仮定した見かけの上で発光期間（パルス光投射期間）中に複数回の露光を行うように、フレーム間で露光タイミングをずらすことにより、分解能が高まって高精度の測距が可能となる。図 1 4 の例示では、立上がり時間差 D_{11} を表すフレーム（n）の測距データと

、立下がり時間差 $D11'$ を表すフレーム $(n+3)$ の測距データとを用いて測距値を求める。

【0048】

また、遠距離測定を行う場合にも環境光の影響を低減することができる。

図15は制御の第4変形例の概要を示す図である。

フレーム $(n) \sim (n+2)$ では、間欠発光を行い、発光と同じまたは遅れたタイミングで間欠露光を行う。フレーム $(n+3)$ では発光を停止して間欠露光を行い、環境光データを得る。フレーム $(n+4)$ では反射率データを得るために、間欠発光および連続露光を行う。フレーム $(n+5)$ では発光を停止して連続露光を行う。

【0049】

図16は画像処理回路の第3変形例を示すブロック図である。

画像処理回路34dにおいて、フレームメモリ411, 412, 413にはフレーム $(n+2)$, $(n+1)$, (n) の測定データDGが記憶される。フレーム $(n+3)$ の環境光データがAD変換器401から出力されると、それに同期してフレームメモリ411~413の読出しが行われ、減算器431, 432, 433によって環境光成分が取り除かれる。環境光成分の取り除かれたフレーム $(n+2)$, $(n+1)$, (n) の測定データはフレームメモリ414, 415, 416に書き込まれる。

【0050】

次に、フレームメモリ411にはフレーム $(n+4)$ の反射率データが記憶され、フレーム $(n+5)$ の環境光データがAD変換器401から出力されると、減算器431によってフレーム $(n+4)$ の反射率データから環境光成分が除去される。減算器431からのデータ出力に同期してフレームメモリ414~416の読出しが行われ、除算器431, 432, 433での演算によって、環境光成分を取り除いたフレーム $(n+2)$, $(n+1)$, (n) の測距データDLが得られる。

【0051】

〔光学系の他の例〕

図 1 7 は光学系の変形例を示す図である。同図において上述の例に対応する構成要素には図 1 と同じ符号を付してある。

【0052】

同図 (a) の構成において、光源 1 1 が射出した光はコレクタレンズ 1 3 および偏光ミラー 1 7 により受光レンズ 2 1 の主点に集光され、対象物体 Q に向かう。対象物体 Q からの反射光は受光レンズ 2 1、1/4 波長板 1 6、および偏光ミラー 1 7 を経て撮像エリアセンサ 2 2 の所定の画素に入射する。偏光ミラー 1 7 は垂直偏光を反射し、平行偏光を透過する。1/4 波長板 1 6 は偏光を 45 度傾ける。

【0053】

同図 (b) の構成において、光源 1 1 が射出した光はコレクタレンズ 1 4 およびハーフミラー 1 8 により受光レンズ 2 1 の主点に集光され、対象物体 Q に向かう。対象物体 Q からの反射光は受光レンズ 2 1、ハーフミラー 1 8 を経て撮像エリアセンサ 2 2 の所定の画素に入射する。

〔第 2 実施形態〕

T O F 方式の測距における信号媒体としてレーザ光は好適である。しかし、光伝搬時間の測定は高速の事象を取り扱うので、近距離測定で高精度を確保するのが難しい。T O F 方式と三角測量方式とを使い分けることにより、遠近に関わらず一定精度の測距を実現することができる。

【0054】

〔装置の構成〕

図 1 8 は第 2 実施形態に係る 3 次元入力装置の構成を示す図である。

3 次元入力装置 2 は、上述した 3 次元入力装置 1 と同様の構成要素に加えて、三角測量のための濃度勾配フィルタ 1 9、フィルタコントローラ 3 8、およびモードスイッチ 3 9 を有する。

【0055】

濃度勾配フィルタ 1 9 の機能は可変であり、配光分布の異なる第 1、第 2 の投光を行うこと、および実質的にスルー状態（均一配光）とすることが可能である。モードスイッチ 3 9 は、操作者が遠距離モード／近距離モードの切換えを指示

するためのユーザーインタフェースである。ただし、手動の切換えに限らず、簡便な測距センサでおおよその距離を検出し、自動的にモードを切り換えてもよい。モードスイッチ 3 9 が出力するモード設定信号 S_m に応じて、システムコントローラ 3 7 はフィルタコントローラ 3 8 に対して所定の指示を与える。

【0 0 5 6】

遠距離モードが指定された場合は、対象物体 Q をほぼ均一に照射するように濃度勾配フィルタ 1 9 が制御され、3 次元入力装置 1 と同様の T O F 方式の測距が行われる。近距離モードが指定された場合の動作は以下のとおりである。

【0 0 5 7】

[近距離モードの動作]

図 1 9 は近距離モードの測定原理の説明図である。

同図 (a) のように、濃度勾配フィルタ 1 9 の特性を、光軸に対して垂直な面において 1 方向 (Y 方向) に沿って光量に変化する特性とする。

【0 0 5 8】

フレーム (n) において濃度勾配フィルタ 1 9 を用いて投光し、連続露光の撮影を行う。続くフレーム (n + 1) においては、濃度勾配フィルタ 1 9 を光軸を中心に 1 8 0 度回転した状態として撮影を行う。これにより、フレーム (n) とフレーム (n + 1) との投光強度比は、同図 (b) のように光軸を基準として全ての角度において異なることになる。

【0 0 5 9】

撮像エリアセンサ 2 2 の各画素と光源との距離 H 、および各画素が受光する光の入射角度 α は既知であり、投光強度比と光線角度 θ_a , θ_b , $\theta_c \dots$ との対応関係も既知である。したがって、ある画素についてフレーム (n) とフレーム (n + 1) における入射光の強度比を求めることにより、その画素に対応した対象物体上の点 q を照射する光線の角度 (例示では θ_b) が分かる。この θ_b に基づいて、三角測量の要領で点 q までの距離 L_q を算出する。光強度比を得る除算は画像処理回路 3 4 が行い、各画素についての距離演算はシステムコントローラ 3 7 が行う。得られた測距データは記録され、かつ表示される。

【0 0 6 0】

以上の第 1 および第 2 実施形態において、カラー撮影が可能な撮像エリアセンサ 2 2 を用い、3 次元入力と 2 次元カラー画像入力とを行い、両者を記録したり表示したりしてもよい。1 枚の 3 次元画像を得るものとして動作説明をしたが、測定を繰り返して動体の 3 次元入力を行うことも可能である。対数圧縮機能をもつ撮像エリアセンサ 2 2 を使用してもよい。

【0 0 6 1】

【発明の効果】

請求項 1 乃至請求項 1 2 の発明によれば、小型で高分解能の 3 次元入力装置を実現することができる。請求項 1 1 の発明によれば、所望精度の入力が可能な距離範囲を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 実施形態に係る 3 次元入力装置の構成を示す図である。

【図 2】

測定原理の説明図である。

【図 3】

画像処理回路の基本構成を示す図である。

【図 4】

CCD センサの動作説明図である。

【図 5】

CCD センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。

【図 6】

MOS 型センサの動作説明図である。

【図 7】

MOS 型センサを用いた場合の投受光の制御を示す信号波形図である。

【図 8】

制御の第 1 変形例を示す信号波形図である。

【図 9】

画像処理回路の第 1 変形例を示すブロック図である。

【図 1 0】

制御の第 2 変形例を示す図である。

【図 1 1】

画像処理回路の第 2 変形例を示すブロック図である。

【図 1 2】

3 次元データの算出に係るモード判別のフローチャートである。

【図 1 3】

3 種のモードと受光時期との関係を示す波形図である。

【図 1 4】

制御の第 3 変形例を示す図である。

【図 1 5】

制御の第 4 変形例の概要を示す図である。

【図 1 6】

画像処理回路の第 3 変形例を示すブロック図である。

【図 1 7】

光学系の変形例を示す図である。

【図 1 8】

第 2 実施形態に係る 3 次元入力装置の構成を示す図である。

【図 1 9】

近距離モードの測定原理の説明図である。

【符号の説明】

Q 対象物体

2 2 撮像エリアセンサ

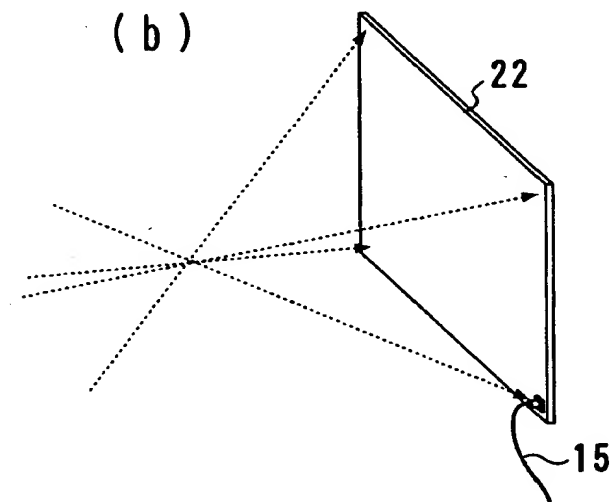
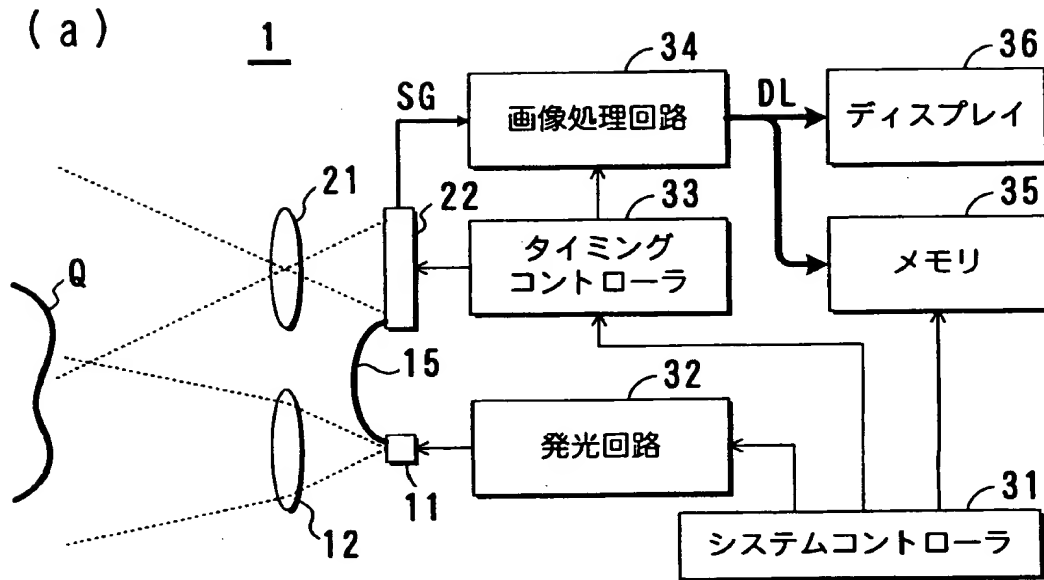
3 3 タイミングコントローラ

1 5 内部光路

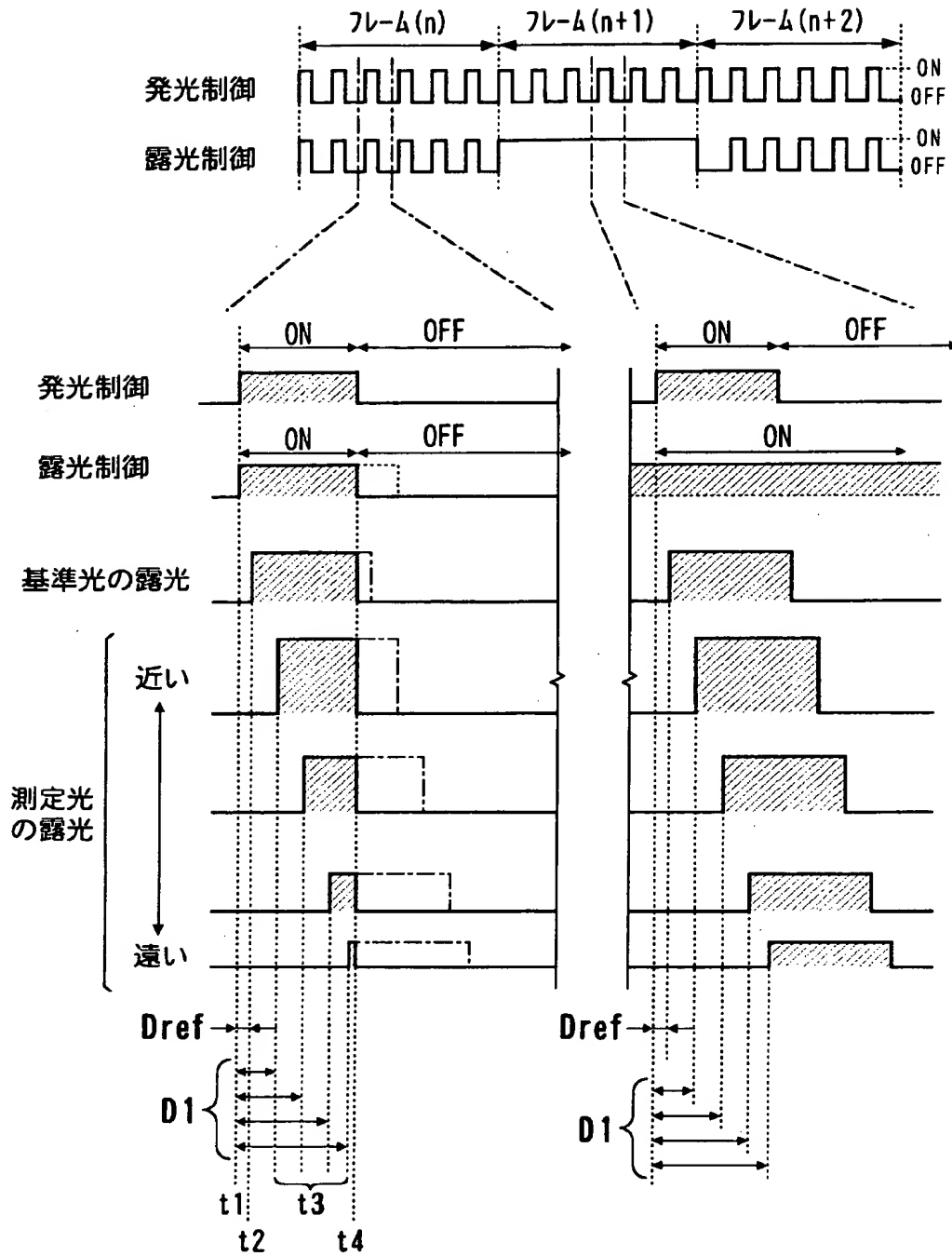
1 9 濃度勾配フィルタ（光学手段）

【書類名】 図面

【図 1】

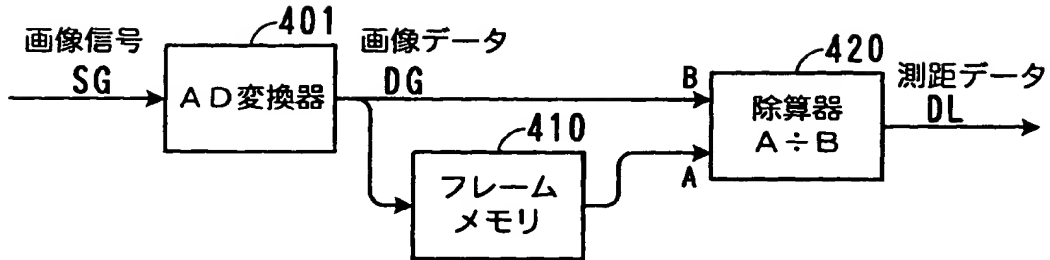


【図 2】

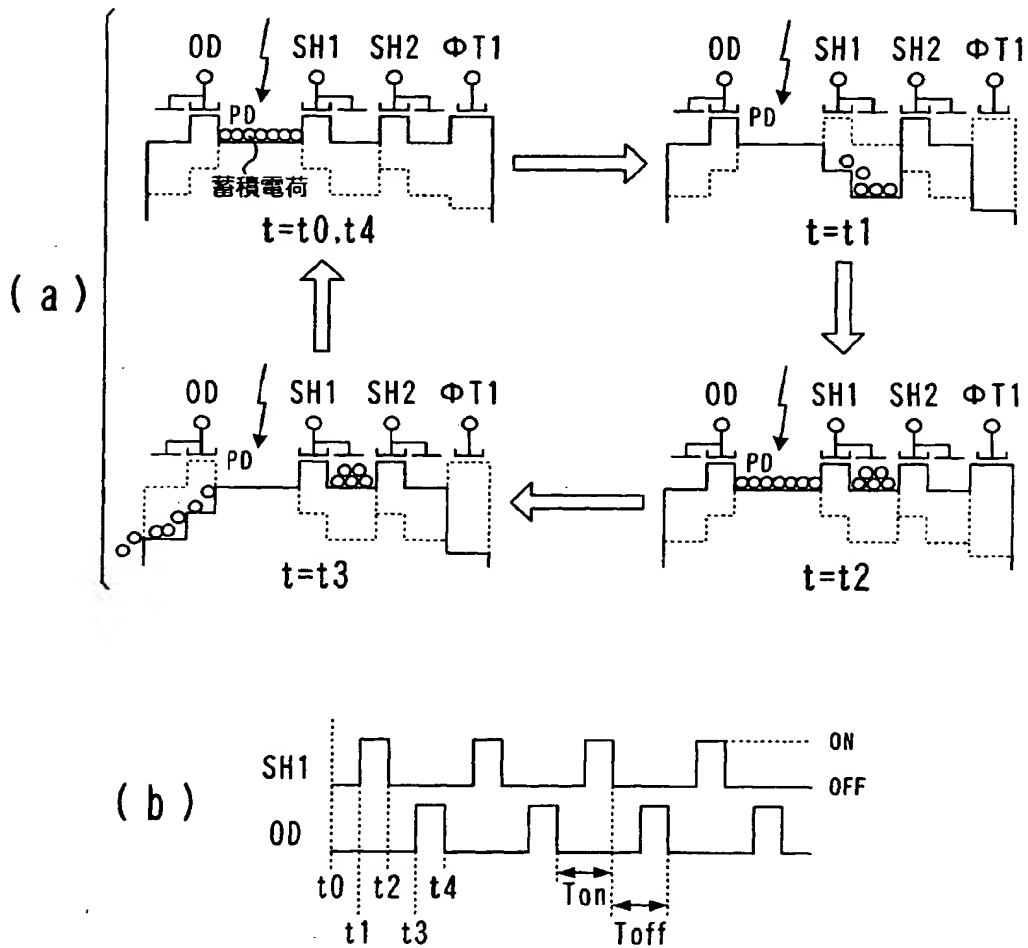


【図 3】

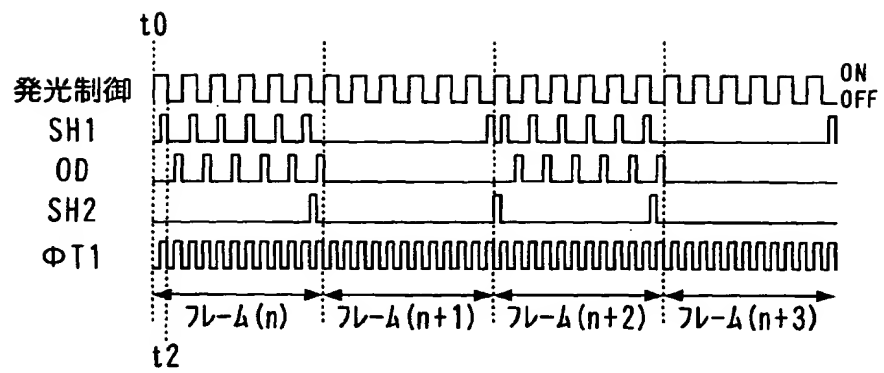
34 画像処理回路



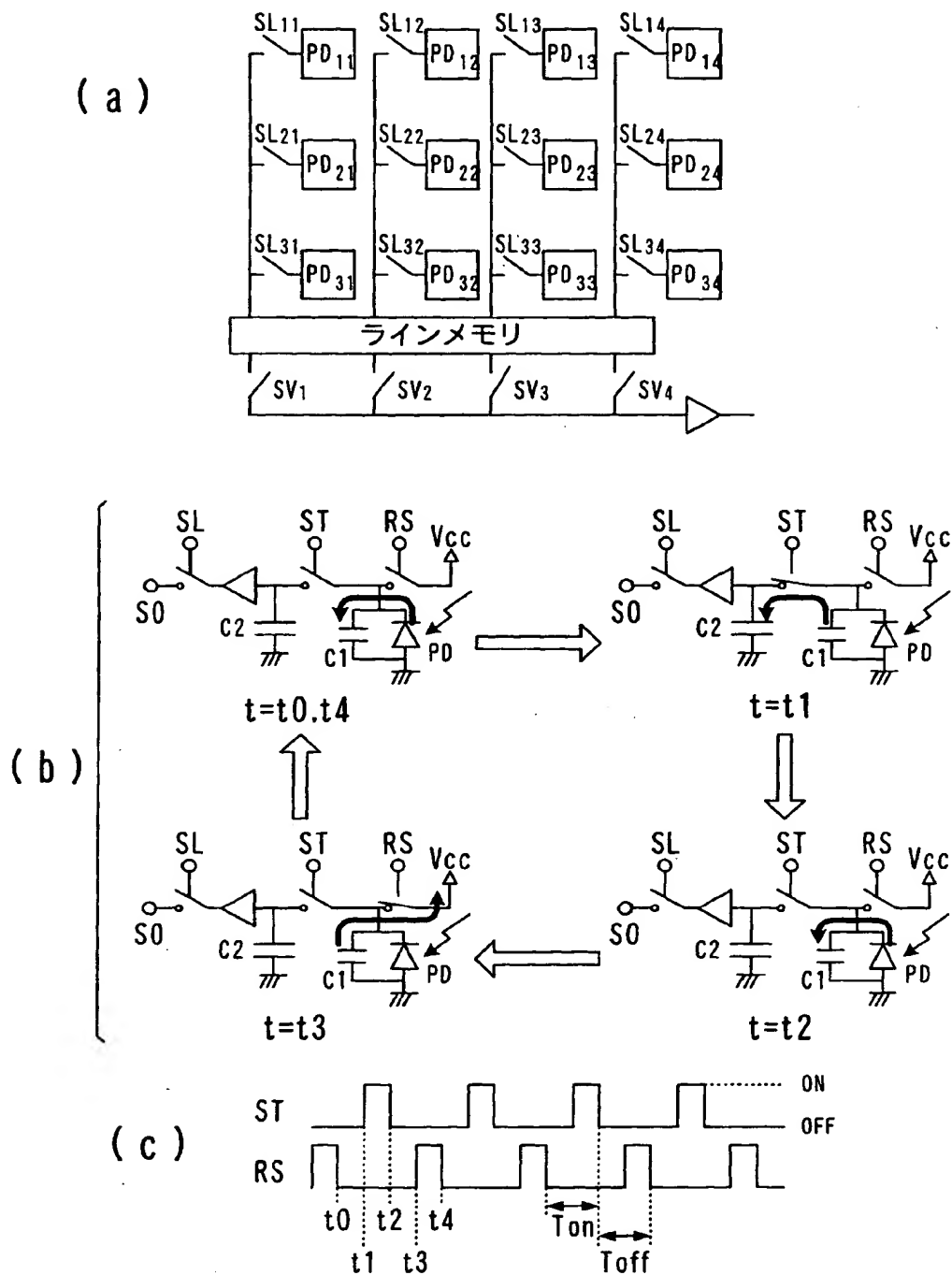
【図 4】



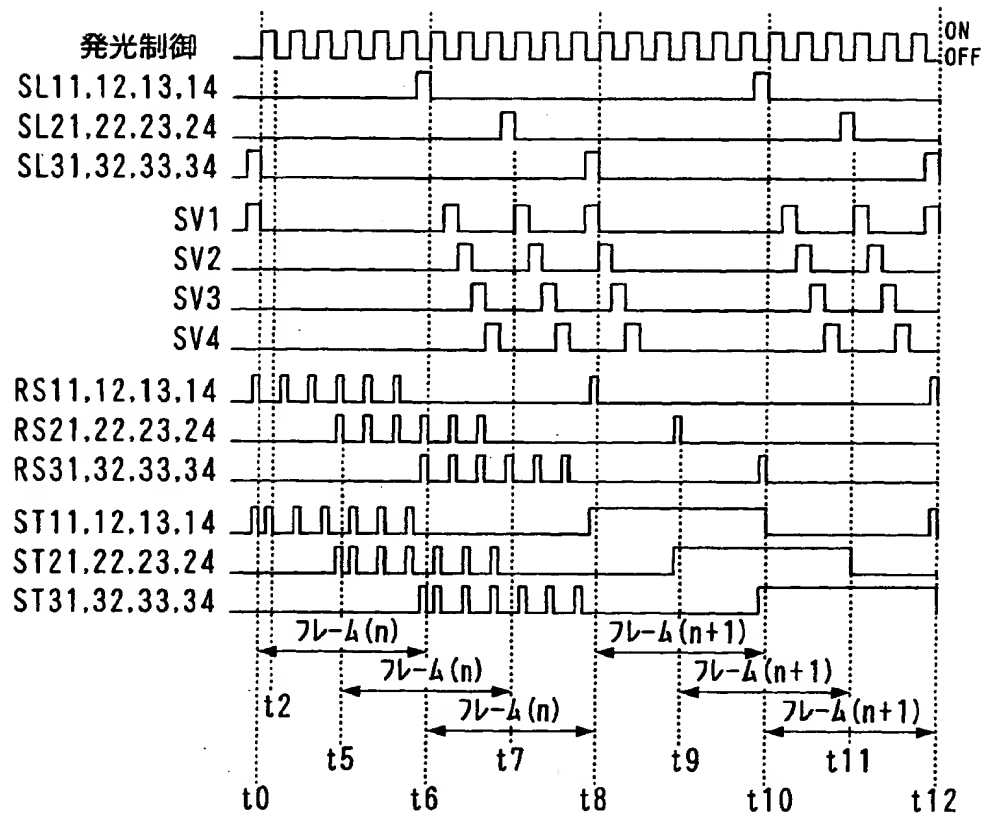
【図 5】



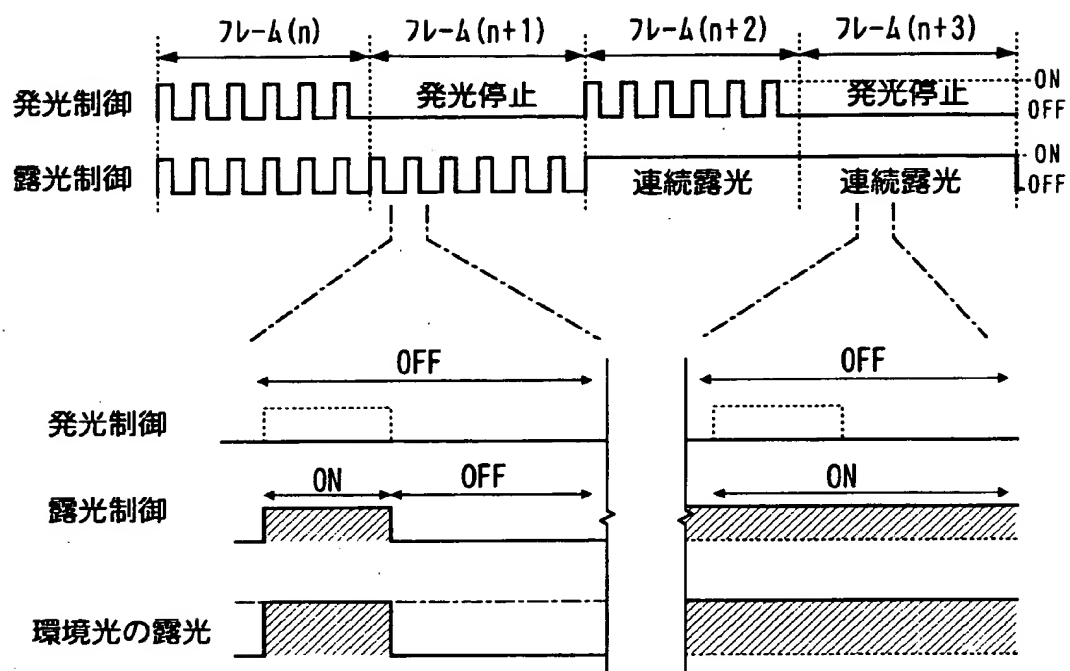
【図 6】



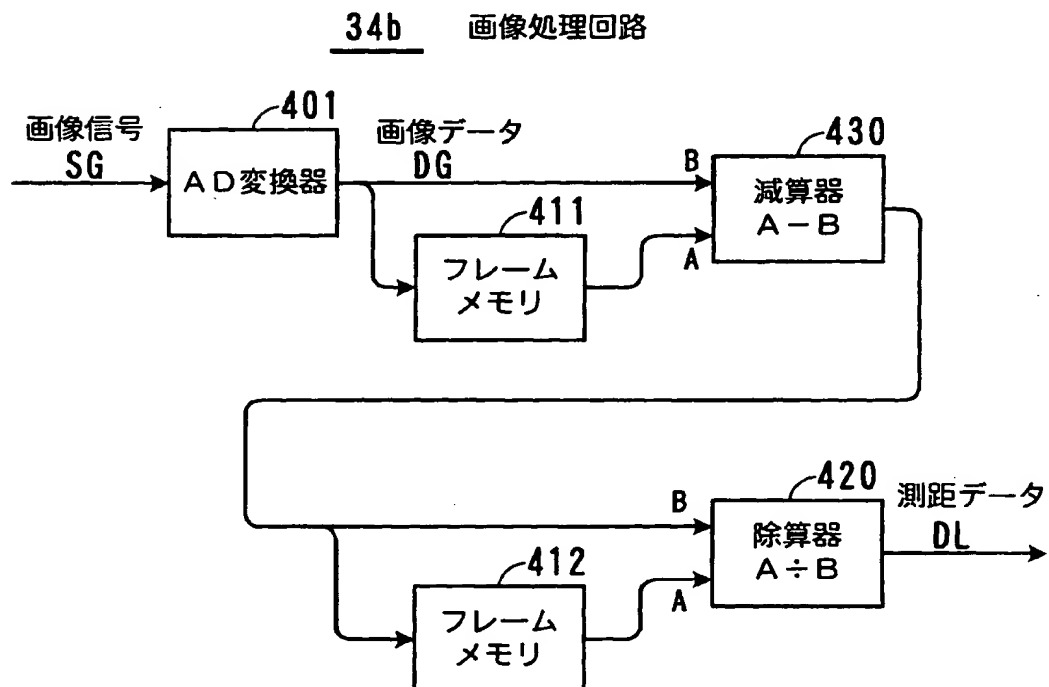
【図 7】



【図 8】

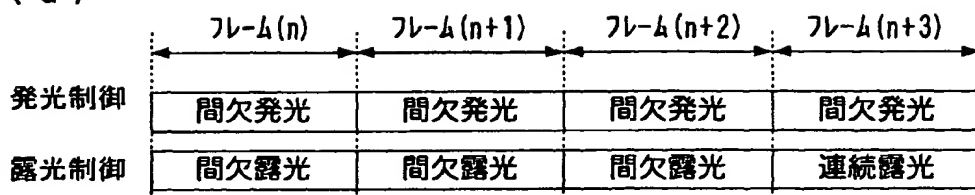


【図 9】

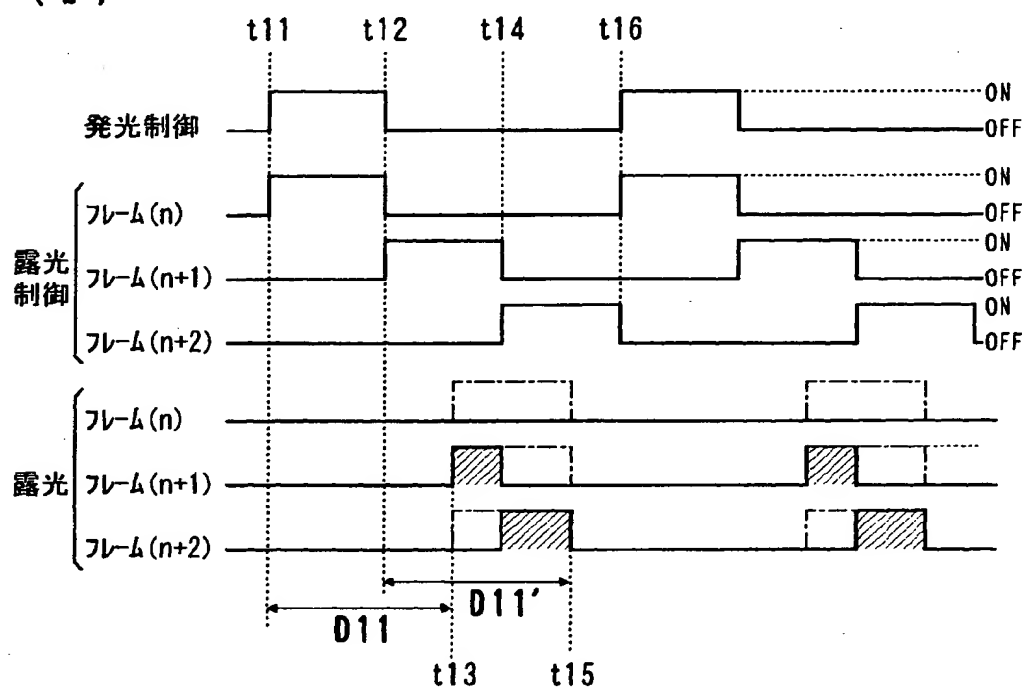


【図 10】

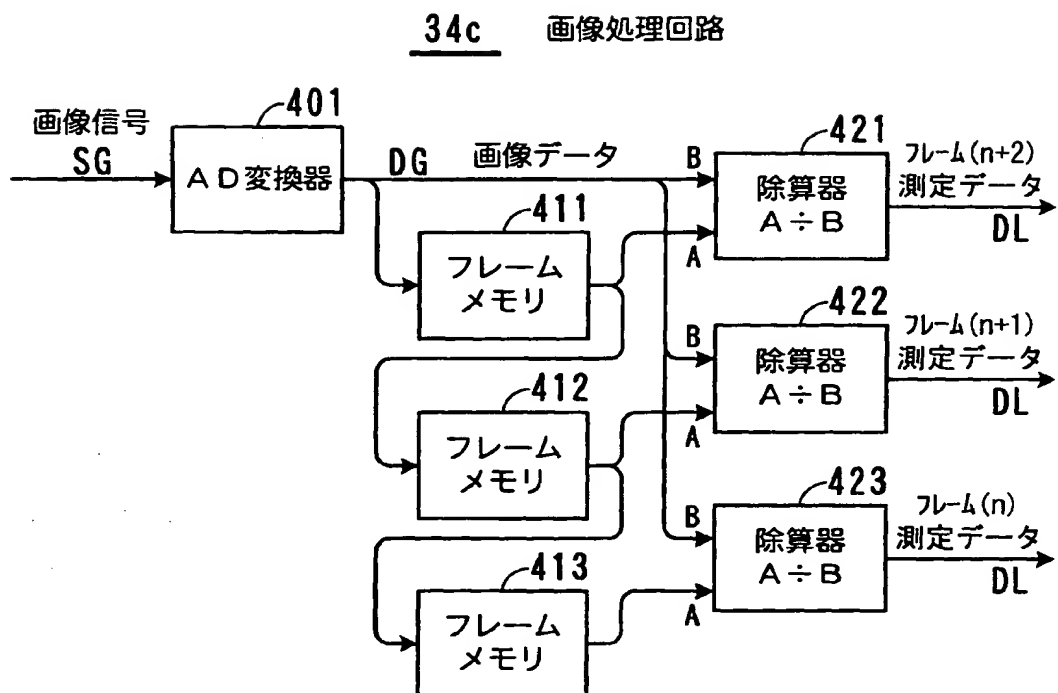
(a)



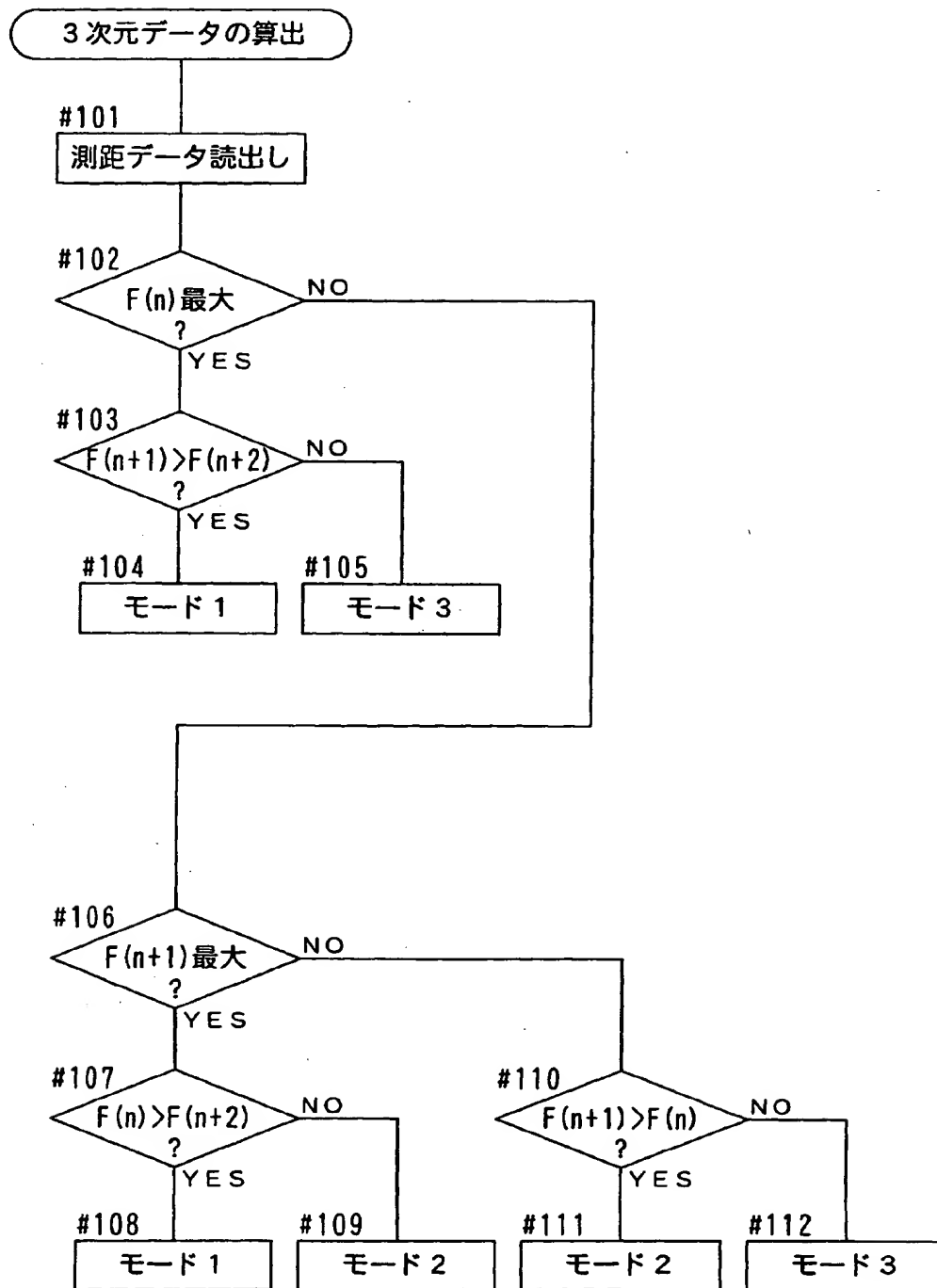
(b)



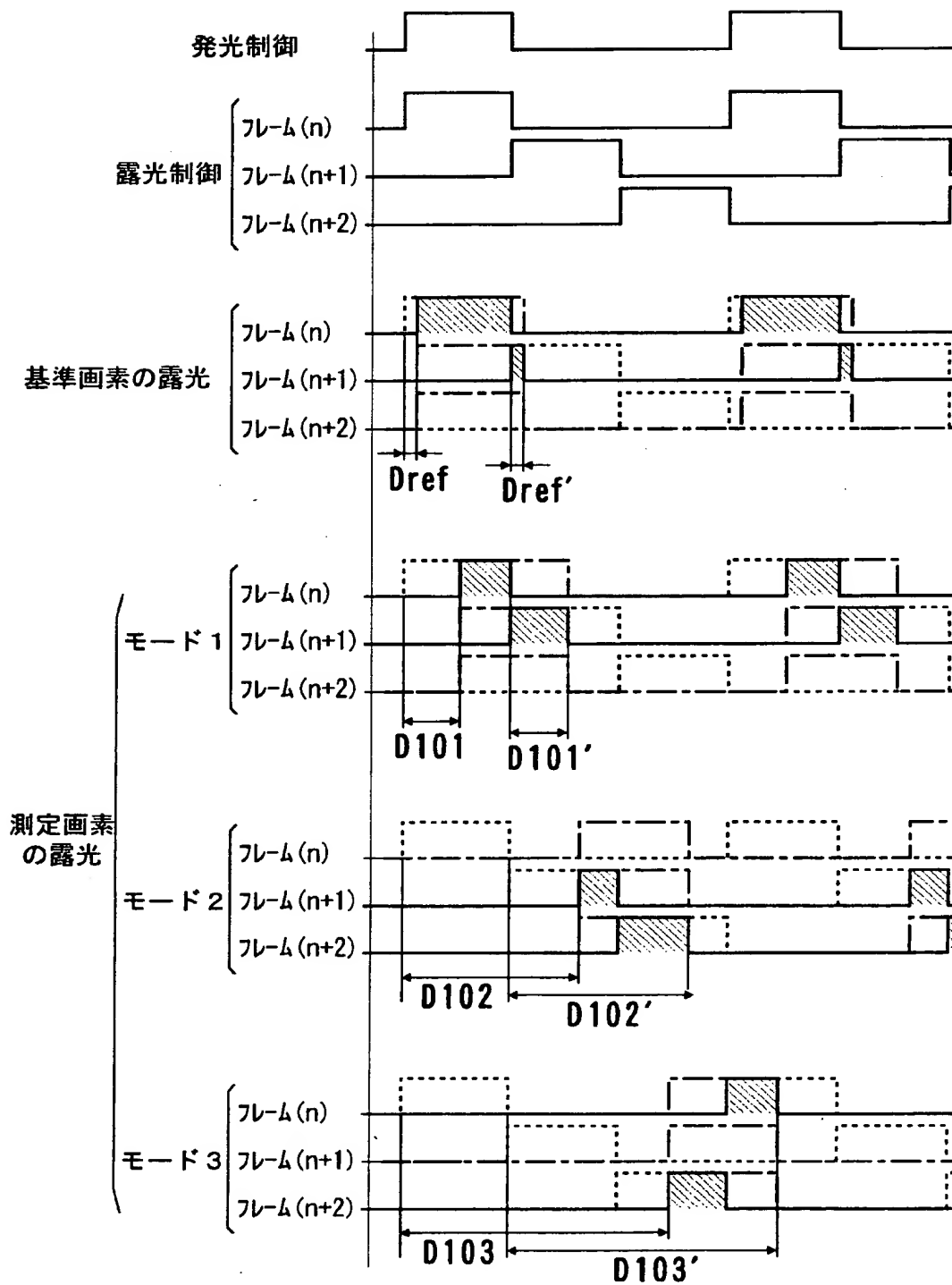
【図 1 1】



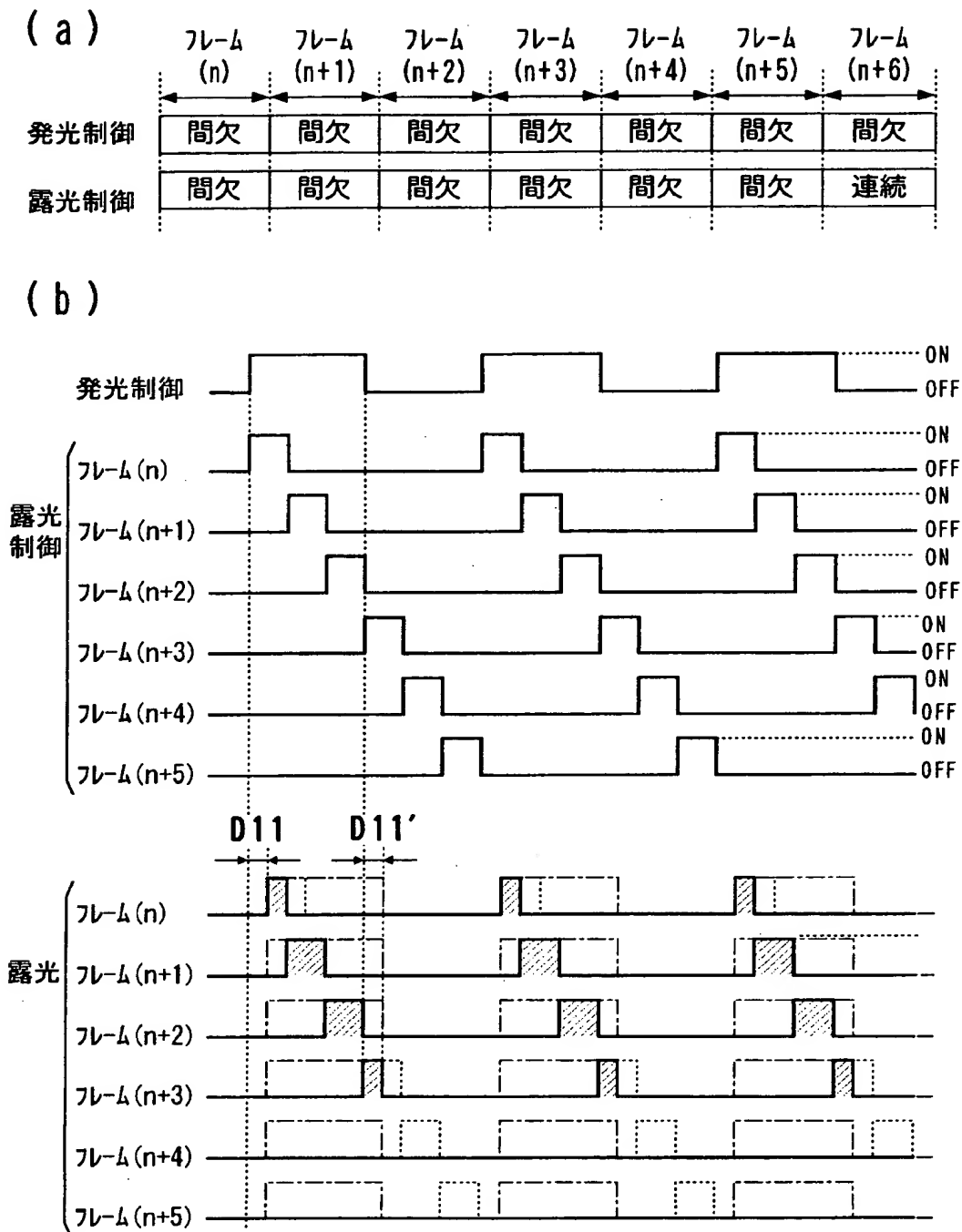
【図 1 2】



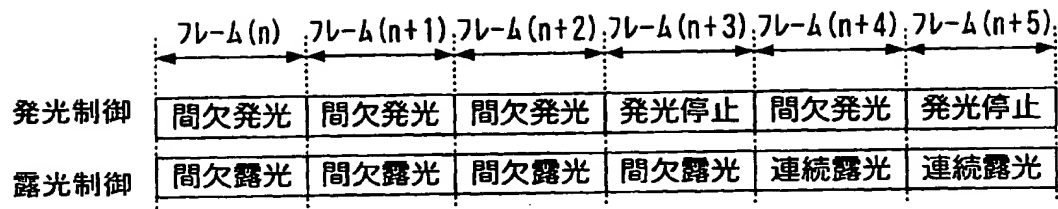
【図 1 3】



【図 1 4】

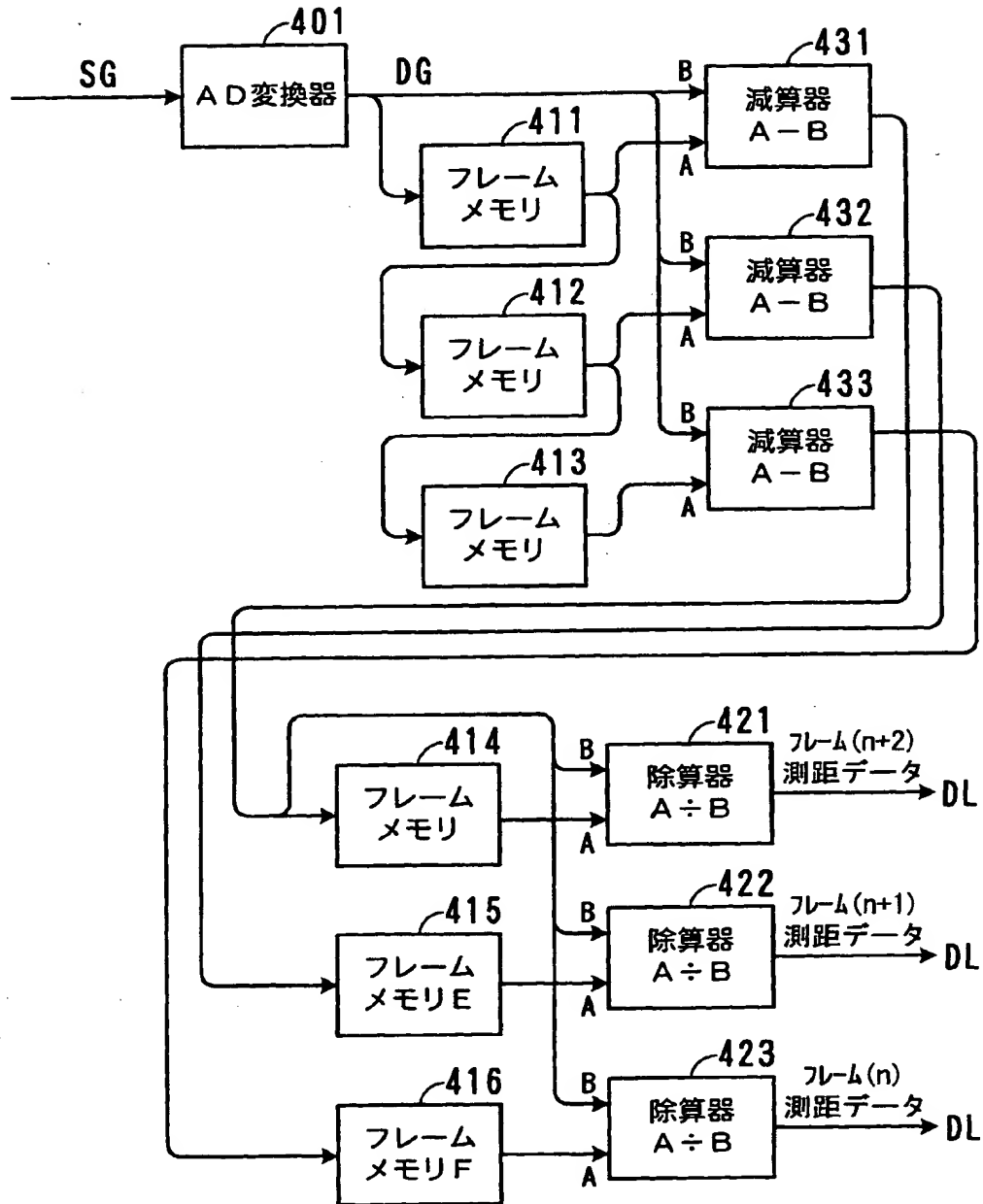


【図 1 5】

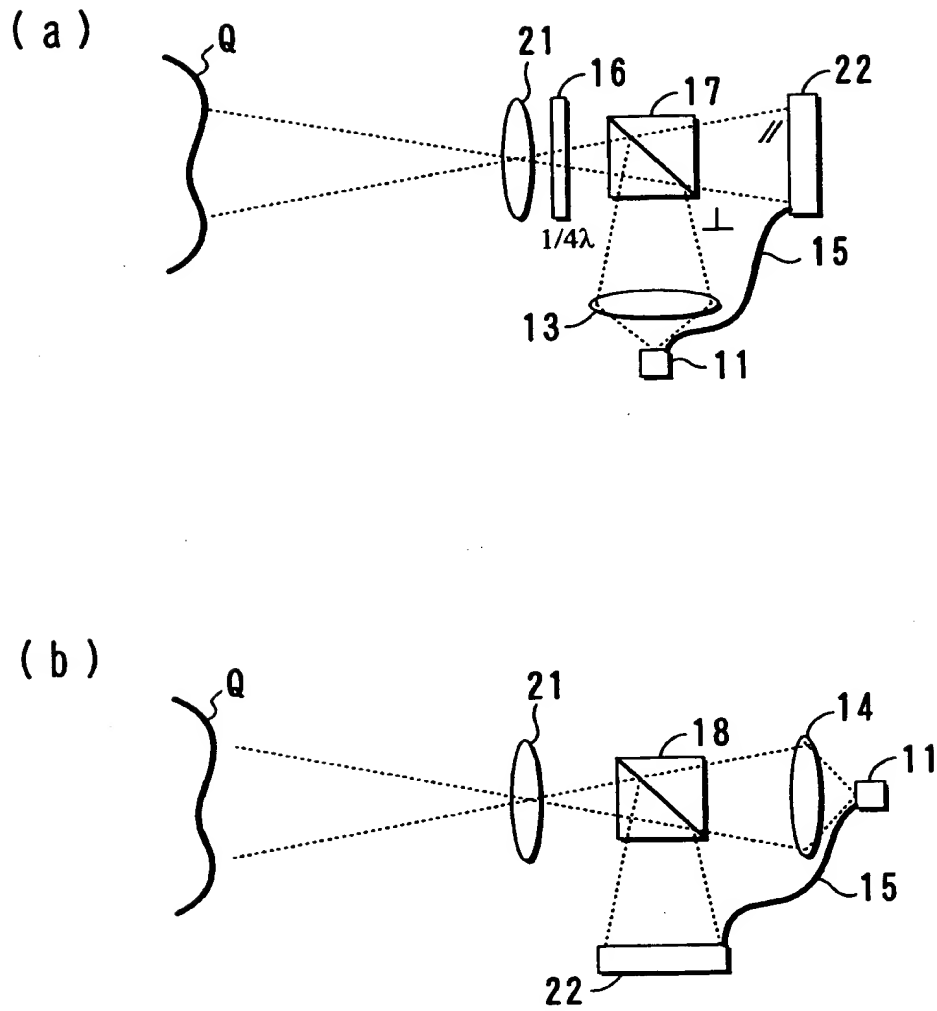


【図16】

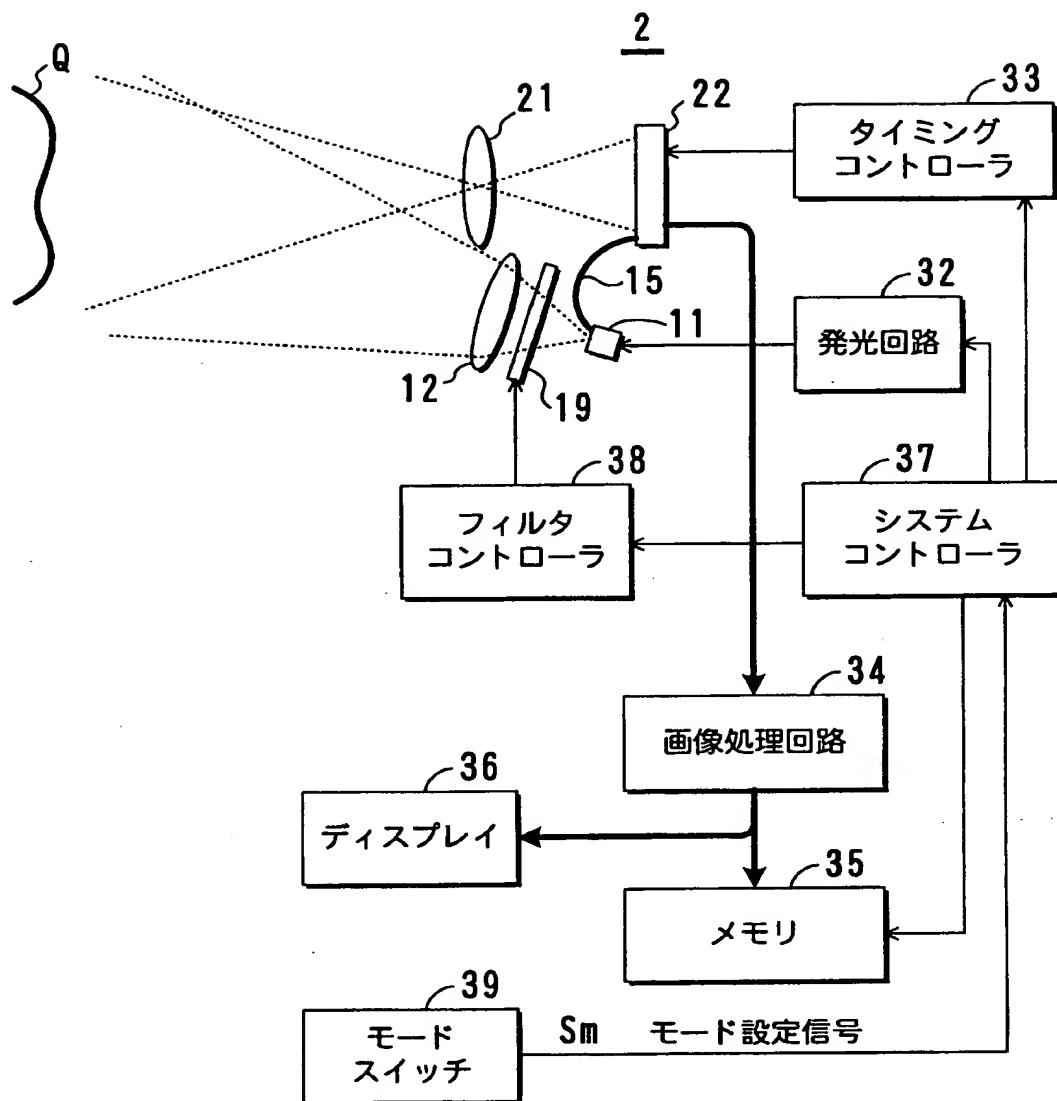
34d 画像処理回路



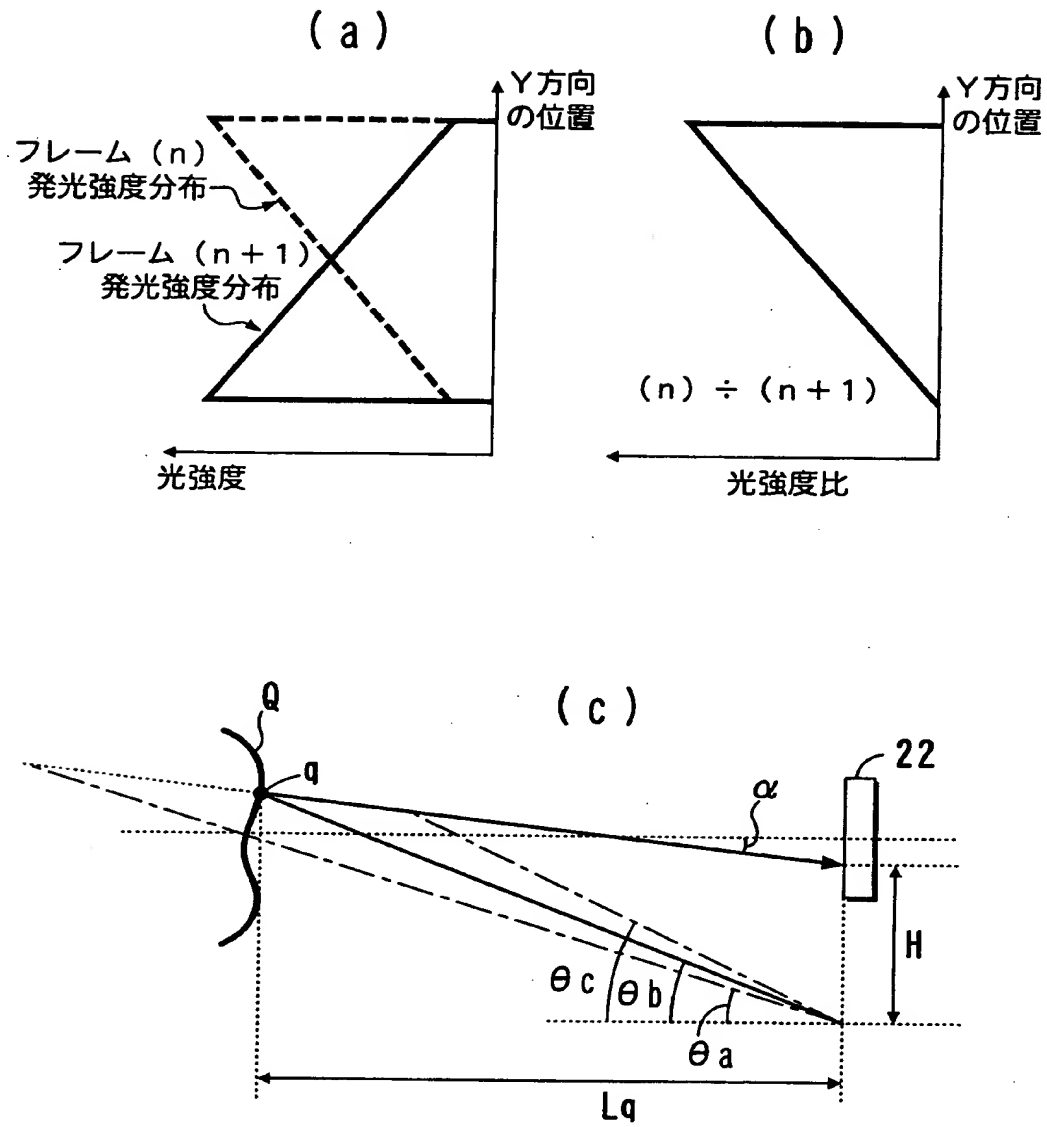
【図 1 7】



【図 1 8】



【図 1 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型で高分解能の 3 次元入力装置を実現する。

【解決手段】 対象物体にパルス光を投射し、対象物体からの反射光を複数の光電変換素子からなる撮像エリアセンサで受光し、パルス光の投射に同期したタイミングで撮像エリアセンサの露光制御を行い、撮像エリアセンサの出力に基づいて光電変換素子毎に距離を測定する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社